

PLANTEAMIENTO TEÓRICO-METODOLÓGICO DEL ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MICRO-REGIÓN LERMA ESTADO DE MÉXICO, BAJO LA PERSPECTIVA DE LAS CIUDADES INTELIGENTES SUSTENTABLES (CIS)

Lilia Angélica Madrigal García¹

Verónica Miranda Rosales²

RESUMEN

El concepto de Ciudades Inteligentes Sustentables se aplica a los estudios de las ciudades a partir de la incorporación de las dimensiones de la sustentabilidad para la comprensión integral de las ciudades, que permitan la generación de estrategias de desarrollo integral en Europa y algunos países de Asia, se plantea que es posible su aplicación para el análisis holístico de las ciudades. Debido a que tienen características complejas en el desarrollo urbano, ante un escenario complejo donde coexisten grandes ciudades con problemas ambientales diversos.

Así como se muestran las condiciones de complejidad de las ciudades y su relación con el medio ambiente. Este patrón de desarrollo complejo de las ciudades, se replica para el caso del Estado de México. Por lo que es pertinente la utilización de conceptos con una visión integral, que permitirán la aplicación de planteamientos recientes que permitirán implementar estrategias integrales en un futuro próximo e inclusive establecer diversos escenarios de desarrollo.

Se plantea la siguiente pregunta:

¹ Mtra. en E. U. y R. Facultad de Planeación Urbana y Regional. Universidad Autónoma del Estado de México, UAEM. Calle Matamoros Sur S/N. Col Universidad. C.P: 50150, Toluca, Estado de México, liliangama1223@gmail.com.

² Dra. en U. Facultad de Planeación Urbana y Regional. Universidad Autónoma del Estado de México, UAEM. Calle Matamoros Sur S/N. Col Universidad. C.P: 50150, Toluca, Estado de México, veronicmiranda@yahoo.com.mx.

¿Cuáles son las condiciones actuales y futuras que permitan evaluar a la micro-región Lerma bajo el enfoque de las Ciudades Inteligentes Sustentables?

Como hipótesis de trabajo:

- Se parte del supuesto que los tres municipios que conforman la micro-región Lerma, debido a su localización estratégica, relieve, recursos naturales, es posible realizar una evaluación de la micro-región, bajo la perspectiva de Ciudades Inteligentes Sustentables, con el propósito de diseñar estrategias de desarrollo integral.

El proyecto de investigación, plantea como objetivo:

Realizar un análisis de evaluación - comparativo de la micro-región Lerma de la Zona Metropolitana de Toluca, bajo el enfoque de las Ciudades Inteligentes Sustentables (CIS).

Palabras Clave:

Ciudades Sustentables, Ciudades Inteligentes, Ciudades Inteligentes Sustentables, Micro-región Lerma

1. Antecedentes

La coexistencia de procesos económicos mundiales, de los avances científicos y tecnológicos ha contribuido en la transformación y eficiencia de los procesos productivos, los transportes y las comunicaciones; alterando los patrones de movilidad y distribución territorial de la población. Uno de los aspectos más relevantes es la formación de grandes ciudades cuyas dimensiones demográficas, geográficas y funcionales desbordan los límites político – administrativos del territorio sobre el que se expanden, dando lugar a la formación de zonas metropolitanas.

Debido a la complejidad que presentan las ciudades actuales, se han analizado a la ciudad desde diferentes puntos de vista, siendo el enfoque económico el que más prevalece, que considera proceso de globalización como el referente geográfico mundial, donde coexisten flujos económicos, que se traducen en la integración jerárquica de la división internacional del trabajo y del mercado mundial, mostrando cambios en los diferentes elementos que estructuran a las ciudades.

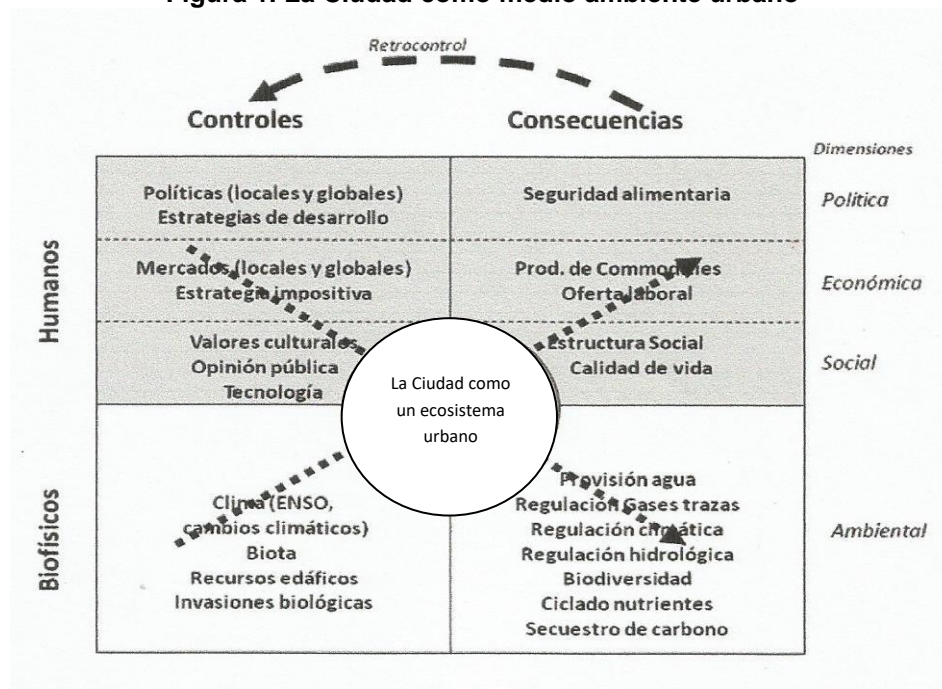
Según HABITAT (2014), las ciudades crecen y se consolidan como aglomeraciones metropolitanas que concentran una gran porción de la capacidad productiva de los países y están interconectadas con otras aglomeraciones nacionales e internacionales. Adicionalmente al interior de estas aglomeraciones urbanas se observan cambios relacionados con la reducción de tasas de crecimiento poblacional de las ciudades, acompañada del aumento de las tasas de crecimiento de municipios y ciudades intermedias aledañas, ubicadas en rutas interregionales que posibilitan la interacción espacial de flujos pendulares por motivos de trabajo y residencia entre las ciudades que conforman la zona metropolitana e inclusive con otras ciudades y zonas metropolitanas.

Las múltiples realidades y necesidades de las crecientes demandas de la ciudad determinan que no sea posible ajustarse a un único planteamiento teórico. Sin embargo han surgido otros enfoques integrales para el estudio la ciudad que incluyen el análisis de la dimensión ambiental (Drummond y French 2008).

La ciudad se reconoce como un ecosistema físico. La ecología puede aplicarse los análisis de las ciudades en términos de flujos de energía, nutrientes y materiales físicos y a los estudios de sus efectos sobre otros ecosistemas físicos como el campo circundante. Es en este sentido en el que se utilizan los conceptos ecológicos para describir las repercusiones físicas de las

ciudades. Quizás las aportaciones más importantes de esta concepción ecológica a la gestión del medio ambiente urbano son los que se refieren a la comprensión de la capacidad de carga, los umbrales, el capital natural y el cierre progresivo de los ciclos de los recursos como medio para que las ciudades sigan desarrollándose después de haber alcanzado el límite de sus recursos (Ver Figura 1).

Figura 1. La Ciudad como medio ambiente urbano



Fuente: Paruelo, J., Lobbagny E., Latterra, P., et. al. 2014. Ordenamiento territorial rural. Conceptos, métodos y experiencias.

- **Ciudad sustentable:**

A partir de estas consideraciones y reuniones internacionales realizadas, se comenzó a pensar en la instrumentación de la política urbana de manera integrada. El concepto del desarrollo sustentable comenzó a tomar forma entre las décadas del 70 y del 80, como resultado de varias normativas nuevas, informes, eventos y conferencias internacionales: 1970 – Día del Planeta Tierra (Earth Day, 22 de abril), iniciativa del senador Gaylord Nelson para educar y crear conciencia en los Estados Unidos. Se firmó la National Environmental Policy Act (NEPA) que establece la política pública ambiental de Estados Unidos. Dando comienzo a la Agencia de

Protección Ambiental de EE.UU. bajo el presidente Richard Nixon. En Puerto Rico: Ley Núm. 9 de 18 de junio de 1970, "Ley sobre Política Pública Ambiental de Puerto Rico" que también establece la Junta de Calidad Ambiental de PR. (Luis A. Ferré, 1969– 1973). A esta iniciativa, le siguieron una serie de reuniones mundiales en torno al cuidado y la conservación del medio ambiente, que se han realizado de manera continua ayudando en el establecimiento del Concepto de Desarrollo sustentable / sostenible Definido como: “Aquel que atiende las necesidades del presente sin comprometer la posibilidad de las generaciones futuras de atender sus propias necesidades”.

La primera definición oficial y la más usada. Informe de Burtland “Nuestro Futuro Común” Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo de la ONU (1987). Define al Desarrollo Sustentable como: La posibilidad de obtener continuamente condiciones iguales o superiores de vida para un grupo de personas y sus sucesores en un ecosistema dado (sustentar y sostener indefinidamente). Es prolongar la productividad del uso de los recursos naturales a lo largo del tiempo, a la vez que se mantiene la integridad de esos recursos, viabilizando la continuidad de su uso para las próximas generaciones (justicia intergeneracional)”.

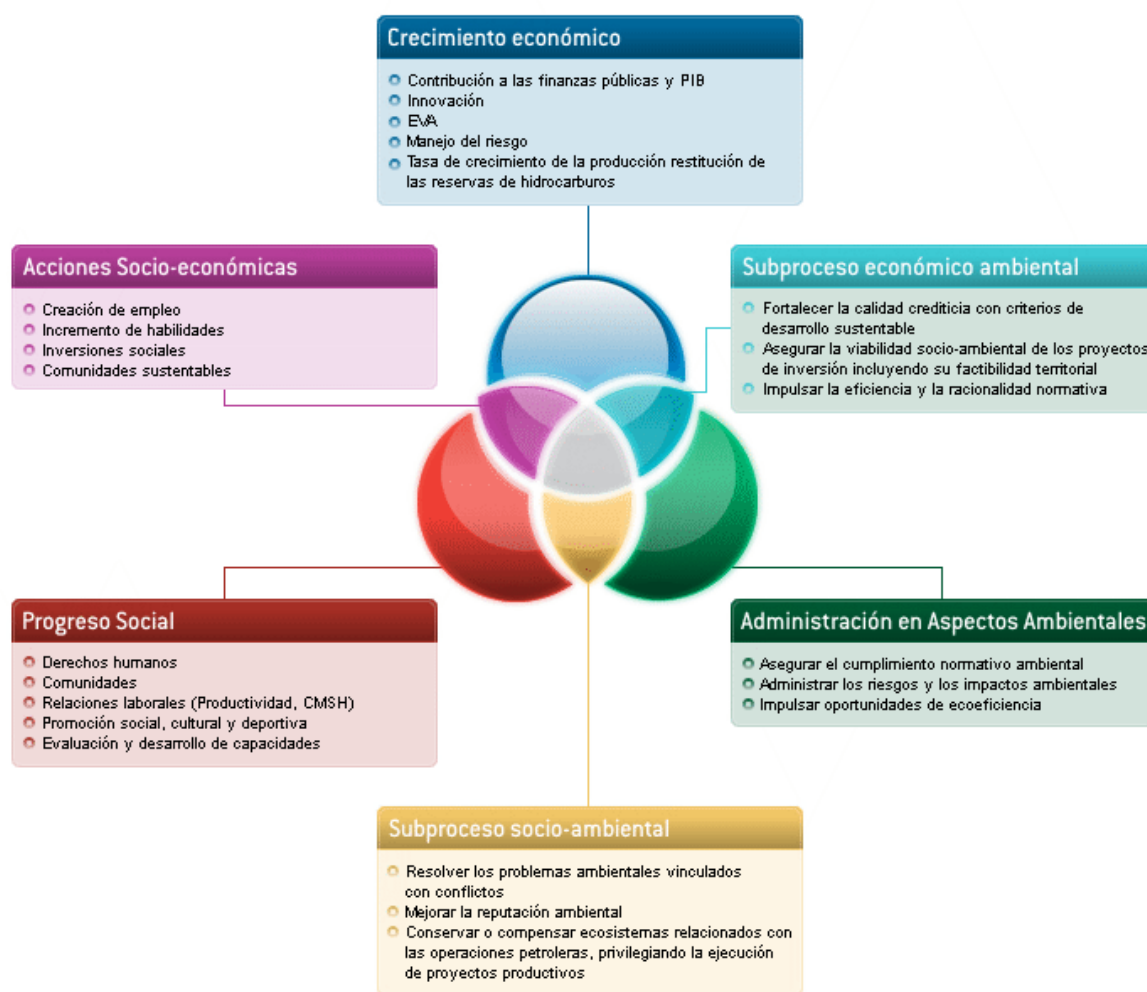
Existe una urgencia de integrar consideraciones ambientales a nivel mundial y la capacidad de recuperación en la gestión de la ciudad a través de la planificación, el diseño, y la acción. Por tanto, se está buscando integrar esfuerzos y avanzar hacia una gestión más holística de los problemas ambientales globales. Ahora más que nunca, hay una convergencia de intereses y fortalezas en el espacio urbano.

Este enfoque presenta una innovadora forma de apoyar los objetivos de algunos de los convenios ambientales multilaterales, donde el papel de los gobiernos subnacionales se

reconoce cada vez más. La gran mayoría de las acciones para abordar estos objetivos globales tiene que llevarse a cabo en las ciudades.

El concepto para ciudades sustentables se fundamenta en las tres esferas o dimensiones de la sustentabilidad y sus interrelaciones, enfocándose en la implementación de acciones de manera integral (Ver Figura 2).

Figura 2. Dimensiones y ámbitos de atención de las Ciudades Sustentables



Fuente: <https://ovacen.com/wp-content/uploads/2014/12/concepto-desarrollo-sustentable.gif>

Otro de los conceptos que ha surgido en este contexto de enfoque holístico del estudio de la ciudad es la Ciudad Inteligente, donde convergen los conceptos de tecnología, innovación y la vinculación de ciudades por medio de redes tangibles e intangibles.

- **Ciudad inteligente**

Según la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sustentable, celebrada en Río de Janeiro en 2012, la mitad de la humanidad vive en ciudades. La población urbana ha aumentado desde los 750 millones de personas –que aproximadamente la constituían en 1950– , hasta los 3.600 millones en 2011. Se estima que hacia 2030 casi un 60% de la población mundial residirá en zonas urbanas.

Este notable crecimiento conllevará que, en los próximos años, ciudades de todo el mundo deban estar preparadas para prestar servicios, fundamentalmente no administrativos, de manera sustentable. Atender a las necesidades de agua potable, transporte o aire limpio constituirá un reto de extraordinaria magnitud y una oportunidad para la industria.

Los entornos urbanos siempre han tenido que afrontar problemas de organización social, estructura urbana o impacto ambiental, dada su posición como consumidores de recursos materiales y energéticos, o fuente de emisión de residuos y contaminantes. Mejorar la relación con el entorno, mantener la calidad y el coste de los servicios prestados o la capacidad para reorganizar sus estructuras, dando respuesta a nuevas necesidades, son asuntos que figuran en la agenda del mundo local con creciente intensidad. Un número significativo de ciudades de todo el mundo han ido adoptando las nuevas tecnologías para realizar una gestión más eficiente en la prestación de sus servicios públicos, la redefinición de los mismos o el replanteamiento de las relaciones con ciudadanos, turistas, empresas y proveedores.

Debido a lo antes expuesto, para definir a las Ciudades Inteligentes, se considera el concepto de Ciudades inteligente propuesta por el Grupo Técnico de Normalización 178 de AENOR (AEN/CTN 178/SC2/GT1 N 003):

“Ciudad inteligente (Smart City) es la visión holística de una ciudad que aplica las TIC para la mejora de la calidad de vida y la accesibilidad de sus habitantes y asegura un desarrollo sustentable económico, social y ambiental en mejora permanente. Una ciudad inteligente permite a los ciudadanos interactuar con ella de forma multidisciplinar y se adapta en tiempo real a sus necesidades, de forma eficiente en calidad y costes, ofreciendo datos abiertos, soluciones y servicios orientados a los ciudadanos como personas, para resolver los efectos del crecimiento de las ciudades, en ámbitos públicos y privados, a través de la integración innovadora de infraestructuras con sistemas de gestión inteligente.”

- **Ciudad Inteligente Sustentable**

De esta suma de conceptos de análisis integral de la ciudad, surge el enfoque de **Ciudad Inteligente Sustentable** (Ver Figura 3):

Figura 3. Propuesta del origen del concepto de Ciudades Inteligentes Sustentables



Fuente: Elaboración propia.

En su quinta reunión, en junio de 2014, del Grupo Temático de la UIT-T sobre Ciudades Inteligentes Sustentables (FG-SSC) convino en la siguiente definición de **ciudad inteligente sustentable**:

"Una Ciudad Inteligente Sustentable (SIC) es una ciudad innovadora que utiliza las tecnologías de información y comunicación (TIC) y otros medios para mejorar la calidad de vida, la eficiencia de la operación y los servicios urbanos, y la competitividad, garantizando al mismo tiempo la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras con respecto a los aspectos económicos, sociales y ambientales".

Vinculada a esta definición, el objetivo principal de la SSC es mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos a través de múltiples aspectos interrelacionados, incluyendo (pero no limitados a) la prestación y el acceso a los recursos hídricos, la energía, el transporte y la movilidad, la educación, el medio ambiente, gestión de residuos, vivienda y subsistencia (por ejemplo, puestos de trabajo), utilizando las TIC como medio clave.

A pesar del enorme potencial incrustado en los objetivos del SSC, es importante reconocer la existencia de retos asociados a la urbanización mundial, las tendencias migratorias urbanas, la degradación del medio ambiente, los impactos del cambio climático, el envejecimiento de la infraestructura, así como las limitaciones en los recursos y las estructuras necesarias para responder a una demanda creciente en las zonas de asentamiento, entre muchos otros.

Dentro de estos sistemas urbanos cada vez más complejos, las TIC pueden actuar como una plataforma para ayudar a superar estos retos y aprovechar las oportunidades emergentes, a medida que las ciudades avanzan en el proceso de convertirse en inteligentes y sostenibles.

2. Marco teórico

La complejidad de los sistemas abiertos con elementos vivos y no vivos, procesos cíclicos y una red compleja de relaciones ofrece, una aproximación fundamental al concepto de ciudad que se

concibe como un 'ecosistema' que no está basado en una metáfora, pero proporciona un modo de pensamiento para la ciudad actual.

El enfoque sistémico llevado hacia la ciudad ofrece un marco donde las relaciones entre técnica, sociedad, economía y procesos culturales en el área urbanizada pueden ser identificadas en el contexto de modo de vida y supervivencia. Esto aporta un punto de partida común para investigadores y diseñadores en los ecosistemas urbanos

La teoría de sistemas (TS) es una rama específica de la teoría general de sistemas (TGS) y representa la plenitud del enfoque sistémico en la TGA a partir de 1960. Se origina entre 1950 y 1968 con los trabajos del biólogo alemán Ludwig Von Bertalanffy. La teoría no soluciona problemas pero produce teorías y formulaciones conceptuales que pueden crear condiciones de aplicación en la realidad empírica.

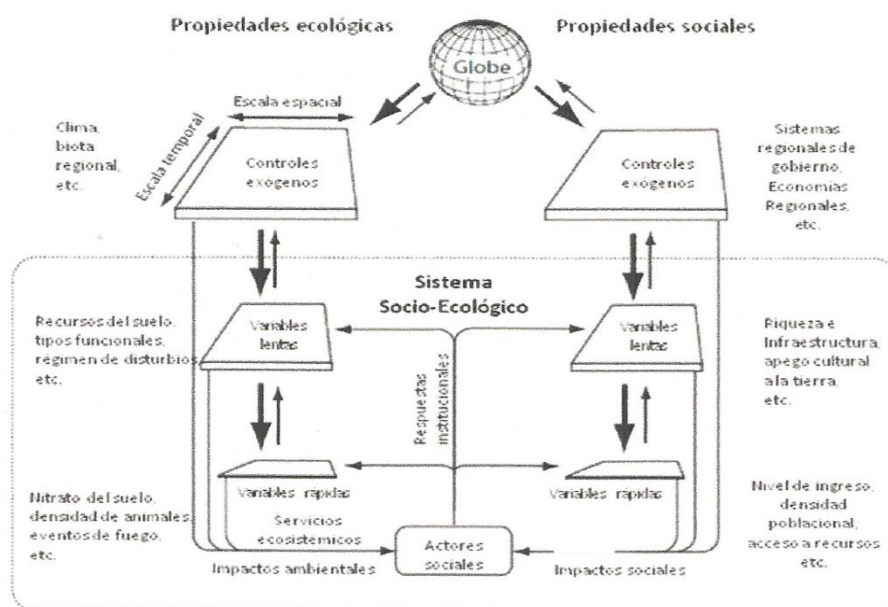
La teoría general de sistemas afirma que las propiedades de los sistemas no pueden describirse significativamente en términos de sus elementos separados. La comprensión de los sistemas sólo ocurre cuando se estudian globalmente, involucrando todas las interdependencias de sus partes.

La TGS se fundamenta en tres premisas básicas:

- 1 Los sistemas existen dentro de sistemas.
- 2 Los sistemas son abiertos
- 3 Las funciones de un sistema dependen de su estructura.

Teóricamente, es posible explicar la Teoría de Sistemas como un conjunto de elementos que comparten interrelaciones diversas (Ver Figura 4).

Figura 4. Teoría de Sistemas aplicada a las Ciencias Ambientales



Fuente: Paruelo, J., Lobbagny E., Latterra, P., et. al. 2014. Ordenamiento territorial rural. Conceptos, métodos y experiencias.

Los sistemas. Son partes o elementos interrelacionadas que trabajan dependientes e independientes a la par con otro subsistema para lograr un subsistema. La teoría general de sistemas afirma que las propiedades de los sistemas no pueden describirse significativamente en términos de sus elementos separados. La comprensión de los sistemas sólo ocurre cuando se estudian globalmente, involucrando todas las interdependencias de sus partes.

Ahora bien como el Medio Ambiente se constituye por un conjunto de sistemas la aplicación en el discurso de la Teoría de Sistemas en las ciencias ambientales es adecuada. Hoy en día, nada que atañe a nuestro medio ambiente puede ser analizado de manera aislada. Por tanto el bajo planteado se conceptualiza dentro de las Ciencias Ambientales y será de tipo interdisciplinar. Lo que significa que intervienen diferentes ramas del conocimiento, para comprender la complejidad inherente al funcionamiento de nuestro medio.

De estos planteamientos surge la propuesta de revisión teórica del trabajo de investigación para explicar teóricamente a las Ciudades Inteligentes sustentables. En resumen, se han identificado tres dimensiones diferentes para una ciudad junto con las características clave. Estas dimensiones son: (1) medio ambiente y sustentabilidad, (2) el nivel de servicios de la ciudad y (3) la calidad de vida. Cada una de estas dimensiones tiene una serie de características importantes y en algunos casos hay cierta superposición en lo que representan éstas características; se reconoce que el "lente" a través del cual se vieron puede variar y por lo tanto una visión de 360° es importante considerar.

Se observa la reclasificación en cuatro áreas (pilares), que se enumeran a continuación, para una ciudad - que representa las tres dimensiones y características. Cabe señalar que la tecnología y la infraestructura se examinan por separado, ya que tienden a tener un papel más amplio en un paisaje de la ciudad (Ver Figura 5).

- (1) **Economía** - La ciudad debe ser capaz de desarrollarse - empleo, crecimiento, finanzas
- (2) **Gobierno** - La ciudad debe ser robusta en su capacidad para la administración de las políticas y reunir los diferentes elementos
- (3) **Medio Ambiente**- La ciudad debe ser sostenible en su funcionamiento para las generaciones futuras
- (4) **Sociedad** - La ciudad es para sus habitantes (los ciudadanos)

Figura 5 - Pilares fundamentales de una ciudad inteligente y sustentable

Economía	Gobierno	Medio Ambiente	Sociedad
<ul style="list-style-type: none"> • Empleo • PIB • Mercado – Global/Local • Viabilidad • Inversión • Plan de pensión personal • Cadena de valor • Riesgo • Productividad • Innovación • Compensación 	<ul style="list-style-type: none"> • Regulatoria • Conformidad • Procesos • Estructura • Autoridad • Transparencia • Comunicación • Diálogo • Políticas • Normas • Servicios al Ciudadano 	<ul style="list-style-type: none"> • Sustentable • Renovable • Uso de la Tierra • Biodiversidad • Agua/Aire • Residuos • Lugar de Trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> • Gente • Cultura • Redes Sociales • Conocedores de la Tecnología • Demografía • Calidad de Vida • Experiencias del usuario • Igualdad de acceso • Consumidores finales • Necesidades de la Comunidad • La ciudad como una base de datos

Fuente: Elaboración propis con base en UIT-2013.

3. Caracterización general de la micro-región Lerma

El proyecto se va a realizar en la denominada Micro-región Lerma, que de acuerdo con la regionalización vigente (2015), la micro-región Lerma se ubica en la Región VII. Lerma, que abarca 10 municipios. Sin embargo, se optó por seleccionar 3 municipios. Lerma, Ocoyoacac y San Mateo Atenco, ubicados en la zona oriente de la Zona Metropolitana de Toluca.

Debido a que comparten características de contigüidad física, orografía, relieve y recursos naturales. Además de que son colindantes entre sí. Y se encuentren conectados por la Carretera Estatal México- Toluca.

La micro-región se ubica en un punto medio de conectividad entre la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, y por ende es un punto de conectividad de infraestructura vial actual y futura entre ambas ciudades, además colinda con las regiones: Toluca (XIII), Ixtapan de la Sal (IV), Atlacomulco (II) y la Ciudad de México.

Cabe señalar que la micro-región destaca por su desarrollo económico en el contexto estatal, ya que en su territorio se encuentran asentadas importantes industrias en los parques industriales ubicados en el Corredor Industrial Toluca-Lerma. Por otra parte, entre sus atractivos naturales se encuentra el Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla, conocido como: “Parque La Marquesa” que abarca los municipios de Lerma y Ocoyoacac.

Con respecto a la Región VI Lerma, tiene una extensión regional es de 1 014.41 km²; dicha superficie equivale al 4.50% del territorio estatal y está repartida en diez municipios Atizapán, Capulhuac, Lerma, Ocoyoacac, Otzolotepec, San Mateo Atenco, Temoaya, Tianguistenco, Xalatlaco y Xonacatlán. En 2010 la región concentraba 625,617 habitantes y para 2014 el volumen de población llegó a los 699,369 residentes, equivalente a 4.20% del total estatal.

En la micro-región Lerma, suman 288,355 habitantes; mientras que para 1970 tenía una población de 73,575 habitantes, denotando un crecimiento de población con tendencia creciente acelerada, ya que en un lapso de 45 años la población se cuadruplico. Por tanto, la población crece de manera acelerada y consecuentemente la ciudad se torna compleja. (Ver Cuadro 1)

Cuadro 1. Población total microrregion Lerma por municipio (1970-2015)

Municipio	Superficie						
	Territorial ¹	Población Total ²					
	(km ²)	1970	1980	1990	2000	2010	2015
Lerma	229.99	36,071	57,219	66,912	99,870	134,799	146,654
Ocoyoacac	145.18	19,364	33,952	37,395	49,643	61,805	66,190
San Mateo Atenco	18.49	18,140	33,719	41,926	59,647	72,579	75,511
Total Regional	3,061	73,575	124,890	146,233	209,160	269,183	288,355

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. Censos Generales de Población y Vivienda, 1970-2010 y Conteo de Población (2015).

Con respecto a la cobertura de servicios públicos, ésta alcanzó el 94.84% de viviendas con agua potable; 91.85% con drenaje y 98.69% con energía eléctrica. En cuanto a las viviendas particulares habitadas que tienen tecnologías de la información, en el Estado de México existen 1'852,506 viviendas con línea telefónica fija, 34,131 se sitúan en la región (1.84%).

Los municipios más representativos son Lerma y San Mateo Atenco, con 9 339 y 4 719 viviendas. Igualmente, en la región se identificaron 74 631 viviendas particulares habitadas con servicio de telefonía celular, 3.02% del total estatal, destacando entre otros los municipios de Lerma y San Mateo Atenco, con 19 382 y 10 403 viviendas. En cuanto a la disponibilidad de Internet, la entidad cuenta con 811,030 viviendas particulares habitadas que disfrutan de dicho servicio, 15,187 (1.87%) se encuentran en la región. Los municipios con el mayor número de viviendas con internet son Lerma con 4 697 y San Mateo Atenco con 2 802. Igualmente, en la región se tienen 1 048 escuelas y 10 013 maestros para dar atención a una población escolar de 216 191 alumnos. Cada maestro en promedio, da enseñanza a 22 alumnos.

En 2014, el sector salud se integró con 109 unidades médicas, atendidas por 649 médicos y 697 enfermeras, en promedio, cada médico atendió a 1 078 habitantes. Por otro lado, la población ocupada en el Estado de México fue de 6 881 841, de donde 275 225 personas son habitan en la región que equivale al 4.00% del total estatal. Los municipios con mayor población ocupada fueron Lerma con 59,555 (21.64%) y Temoaya con 36,893 (13.40%).

Finalmente, con respecto a la distribución de la población ocupada por sector de actividad económica se observó que la actividad más importante fue la de servicios con el 56.08% en relación con los otros sectores, destacando los municipios de Lerma, Temoaya, San Mateo Atenco y Tianguistenco.

4. Metodología:

Para el desarrollo del trabajo de investigación se va a adaptar la metodología de investigación propuesta por: El Grupo de Estudio 5 de la UIT-T estableció el Grupo Temático sobre Ciudades Inteligentes Sostenibles FG-SSC (*Focus Group – Smart Sustainable Cities*) en su reunión de febrero de 2013. El método de investigación a aplicar es el método mixto. Es decir, se constituye por una fase cuantitativa y una fase cualitativa, que se detallarán más adelante.

Para el desarrollo de la fase cuantitativa de la investigación, se desarrollará a través del cálculo de indicadores desglosados en tres dimensiones del desarrollo sustentable e íntimamente relacionadas entre sí en el núcleo de una ciudad (Ver Figura 6):

- **Medio ambiente y sustentabilidad-** Relacionados con la infraestructura de la ciudad y el gobierno, energía y cambio climático, la contaminación y los desechos y aspecto social, Economía y salud.
- **Nivel de servicios de la ciudad** - Viendo a través de un lente "urbano", hay varios aspectos e indicadores que incluyen: tecnología e infraestructura, sostenibilidad, gobierno y economía.
- **Calidad de vida** - Una mejora en la calidad de vida de los habitantes de una ciudad o su población.

Figura 6. Definición de las dimensiones del Desarrollo Sustentable en el contexto urbano



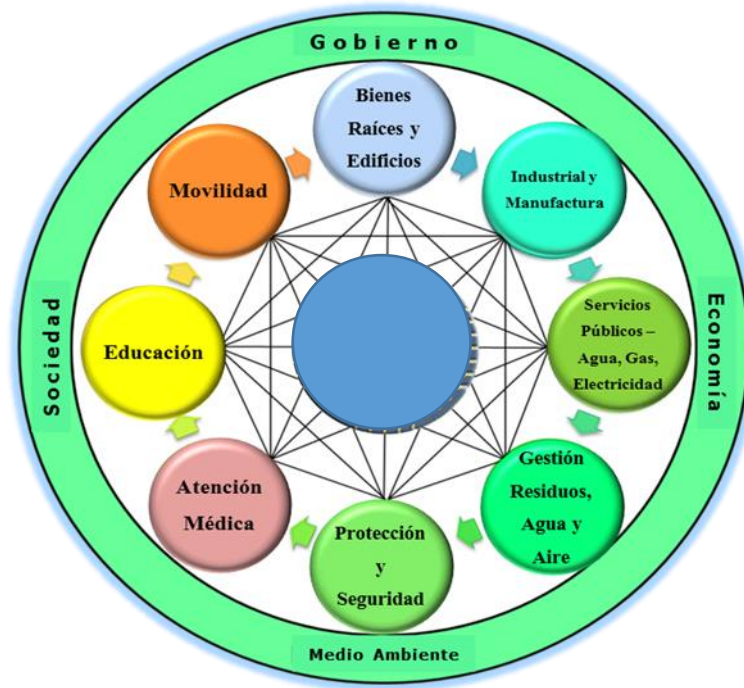
Fuente: Elaboración propia con base en Unión Internacional de Telecomunicaciones. Sector de Estandarización de las Telecomunicaciones de la UIT (2014)

Cada una de estas dimensiones, y las características que las identifican se muestran en el anillo exterior de la figura 7.

- **Economía** - la ciudad debe ser capaz de prosperar - por ejemplo, empleo, crecimiento, finanzas.
- **Gobierno** - la ciudad debe ser robusta en su capacidad para la administración de las políticas y reunir los diferentes elementos.
- **Medio ambiente**³ - la ciudad debe ser sostenible en su funcionamiento para las generaciones futuras.
- **Sociedad** - la ciudad es para sus habitantes (los ciudadanos).

³ El término 'medio ambiente' en esta descripción particular incorpora Sustentabilidad

Figura 7. Dimensiones y variables de la ‘Ciudad Inteligente Sustentable’



Fuente: Unión Internacional de Telecomunicaciones. Sector de Estandarización de las Telecomunicaciones de la UIT (2014)

1.1. Fase Cuantitativa: Calculo de indicadores por Dimensión de análisis:

a. Medio Ambiente y Sustentabilidad

Cuadro 2. Caracterización físico-geográfica del micro-región Lerma por municipio

Variable de análisis	Caracterización	Localización	Fuente
Geología			Carta temática municipal Geologica
Hidrología, fuentes de abastecimiento de agua y cuencas hidrológicas			Carta temática municipal Hidrológica
Topografía			Carta temática municipal Topografica
Edafología			Carta temática municipal Edafológica
Uso del Suelo			Carta temática municipal de Uso del Suelo actual
Uso Potential del Suelo			Carta temática municipal de Uso Potential del Suelo

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 3. Medición de conflictos ambientales en la micro-región Lerma

Nivel de conflicto	Caracterización	Localización
Sin Conflicto	El uso actual refleja aptitud potencial del territorio, pero no el óptimo desde el punto del territorio in existir sobreposiciones con las aptitudes de otros sectores	
Conflicto Muy bajo	El uso actual es compatible con una de las aptitudes potenciales del territorio, pero no el óptimo, desde el punto de vista ambiental	
Conflicto Bajo	El uso actual es diferente a la aptitud deseada en términos de similitud al funcionamiento natural del territorio, pero coincide con una de las aptitudes que presenta la zona	
Conflicto Moderado	No existe coincidencia con las aptitudes presentes; sin embargo, la similitud del uso actual con diferentes aptitudes reduce el nivel de conflicto	
Conflicto Alto	Las actividades necesarias para la prevalesencia del uso actual lo hacen completamente incompatible con la vocación del territorio	
Conflicto Muy Alto	La incompatibilidad de los usos actuales con los de la mayor aptitud del territorio, hacen que estas prácticas no sean sustentables y que presente altos riesgos de degradación ambiental y erosión de suelos, entre otros	
Promedio de la micro-región	Caracterización promedio de conflictos ambientales de la micro-región Lerma	

Fuente: SEMARNAT, 2006.

Cuadro 4. Indicadores ambientales

Dimensión	Indicador	Formula	Fuente
a.Medio Ambiente y Sustentabilidad	Densidad Forestal	$\frac{Sup.total\ forestal}{Sup\ total\ municipal}$	Plan de Desarrollo Urbano Municipal de los municipios de la micro-región Censo general de población y vivienda 2010
	M2 de área verde municipal	$\frac{Sup.\ Areas\ verdes}{Sup.\ total\ municipal}$	Plan de Desarrollo Urbano Municipal de los municipios de la micro-región. Censo general de población y vivienda 2010.
	M2 de área verde por habitante	$\frac{Sup.\ Areas\ verdes}{Pob.\ total\ municipal}$	Plan de Desarrollo Urbano Municipal de los municipios de la micro-región Censo general de población y vivienda 2010.
	Cobertura vegetal natural y de cultivo		Cartas temáticas de uso del suelo actual municipal
	Porcentaje de superficie de suelo erosionado		Atlas de Riesgos Estatal y Municipal
	Identificación de áreas de conservación		Cartas temáticas de uso del suelo actual municipal
	Identificación de cuerpos de agua y zonas contaminadas		Cartas temáticas de uso del suelo actual municipal.
	Caracterización y ubicación de zonas de riesgo de la micro-región		Atlas de Riesgo Municipal, Atlas de Riesgo Estatal
	Tratamiento de aguas residuales		Plan de Desarrollo Urbano Municipal de los municipios de la micro-región Censo general de población y vivienda

Fuente: Elaboración propia.

b. Nivel de Servicios de la Ciudad:

Sistema de Ciudades de la micro-región Lerma

Km lineales de redes carreteras (Vialidades primarias de cobertura regional)

Índice de Primacía de la micro-región Lerma

Cuadro 51. Indicadores económicos de la micro-región Lerma

Dimensión	Indicador	Formula	Fuente
b.Nivel de servicios de la ciudad	Población en población en edad productiva	$PEP = \frac{15 \text{ a } 64 \text{ años}}{Pob.Total}$	Censo general de población y vivienda 2010
	Tasa de Participación de la PEA	$TPEA = \frac{PEA}{PTde 12 \text{ años y +}}$	Censo general de población y vivienda 2010
	Número de unidades económicas	Cuantificación total de unidades económicas	SCIAN, Censo Económico 2013
	Número de empleos por unidades económicas	Cuantificación total de número de empleos por unidad económica	SCIAN, Censo Económico 2013
	Densidad de unidades económicas	$D_{ue} = \frac{UE}{Sup total}$	SCIAN, Censo Económico 2013, DENUE
	Densidad de empleo	$D_{nE} = \frac{NE}{UE}$	SCIAN, Censo Económico 2013, DENUE
	Índice de Diversificación	$IDE = \frac{n}{(n-1)} Sum \left[\frac{ei}{et} - \frac{i}{n} \right]^2$	Censo Económico 2010, INEGI, DENUE

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 6. Características de vivienda de la micro-región Lerma

Dimensión	Indicador	Formula	Fuente
3. Vivienda	% de viviendas particulares habitadas con agua	$\frac{\text{Viviendas part. hab. agua int viv}}{\text{tot viv part hab}} * 100$	Censo general de población y vivienda 2010
	% de viviendas particulares habitadas con drenaje	$\frac{\text{Viv. part. hab. drenaje}}{\text{tot viv part hab}} * 100$	Censo general de población y vivienda 2010
	% de viv part hab. con sanitario	$\frac{\text{Viv part hab cn sanitario}}{\text{Total de viviendas part hab}} * 100$	Censo general de población y vivienda 2010
	% de viv. Part hab. Con energía eléctrica	$\frac{\text{Viv part hab con energía eléctrica}}{\text{total de viv part hab}} * 100$	Censo general de población y vivienda 2010
	% de viv desocupadas	$\frac{\text{Viviendas desocupadas}}{\text{Total de viviendas}} * 100$	Censo general de población y vivienda 2010
	% de viv part hab diferente de tierra	$\frac{\text{Viv part hab con piso dif de tierra}}{\text{Total viv part hab}} * 100$	Censo general de población y vivienda 2010
	% de viv part hab con 3 cuartos o más	$\frac{\text{Viv part hab con 3 o + cuartos}}{(\text{Total viv part hab})} * 100$	Censo general de población y vivienda 2010

c. Calidad de vida

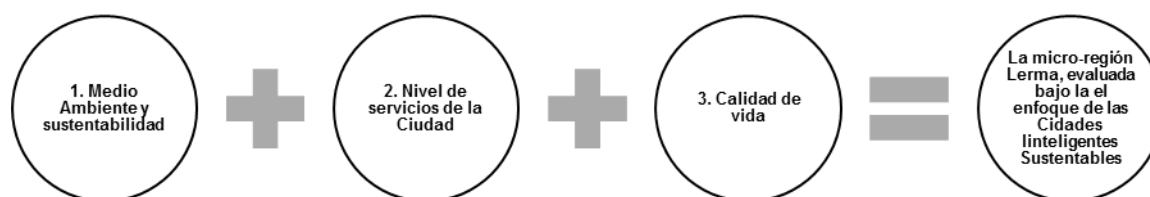
Cuadro 7. Indicadores de Educación en la micro-región Lerma

Dimensión	Indicador	Formula	Fuente
c. Calidad de vida	Grado promedio de escolaridad	$PR(15y+) = \left(\frac{\text{Sum}(P^{N(15y+)}(N))}{P(15y+)} \right)$	Censo General de Población, 2010
	Porcentaje de población de 15 años y más con primaria concluida	$\% 15 a + c. prim. concl. = \frac{(Población de 15 años y más con prim. concl.)}{Población total de 15 años y más}$	Censo General de Población, 2010
	Porcentaje de población de 15 años y más con secundaria concluida	$\% Pob. 15 a + c. sec. concl. = \frac{(Población de 15 años y más sec. concl.)}{Población total de 15 años y más}$	Censo General de Población, 2010
	Porcentaje de población de 18 años y más con educación posbásica	$Pob. 18 años y + con educ. posbasica = \frac{(Población de 15 años y más sec. concl.)}{Población total de 15 años y más}$	Censo General de Población, 2010

Fuente: Elaboración propia.

Los indicadores de las tres dimensiones desglosadas serán calculados con los procedimientos antes descritos y posteriormente se aplicará a un análisis de componentes principales como indica el esquema (Ver Figura 5):

Figura 5. Esquema del Modelo de Componentes Principales-Síntesis de la micro-región Lerma



Fuente: Elaboración propia.

1.2. Fase cualitativa

Para el desarrollo de la fase cualitativa de la investigación, se relaciona con la aplicación de entrevistas a informantes clave, referidos a los responsables de instrumentar las políticas y acciones municipales en materia ambiental, entrevistando a los funcionarios municipales de los municipios integrantes de la micro-región Lerma. El objetivo de la entrevista es obtener su percepción acerca de la problemática ambiental, municipal y las acciones implementadas al respecto.

Conclusiones

En años recientes, es cada vez más frecuente que estudio del medio ambiente urbano, identificando problemas ambientales diversos relacionados con: contaminación atmosférica y del recurso agua, ocupación del espacio, afectación a la capa de ozono, pérdida de áreas verdes, hacinamientos de alto riesgo e insalubres, entre otros, considerados como problemas de interés público; la expresión de deterioro ambiental en las ciudades es grave. La concentración poblacional, el consumismo, el incremento del parque vehicular, los procesos

industriales, las actividades del sector servicios, los sistemas de transporte y otras manifestaciones de la vida urbana, han contribuido a una situación de degradación de la naturaleza y la calidad de vida en las ciudades. La idea de un medio ambiente en peligro, ha pasado a formar parte de la conciencia colectiva y se refleja tanto en la ciudadanía como en los encargados de la toma de decisiones.

Así, los estudios urbanos en la búsqueda de alternativas que generen alternativas viables ante la problemática ambiental y en su pretensión de ordenar la ciudad para elevar la calidad de vida de sus habitantes, contempla a la sustentabilidad como un paradigma viable, ya que provee de una visión integral, novedosa, e incorporada a los estudios de la ciudad recientemente, pues es un concepto que pretende conjuntar la protección a los ecosistemas, la participación social y el desarrollo económico equitativo. El desarrollo sustentable no pone a debate los sistemas económicos; de libre mercado, sino que a partir de la visión holística del medio ambiente, se propone una evolución planificada, pacífica y gradual, del medio ambiente como una contexto integral que modifique el actual enfoque económico, cultural y social de nuestra relación con la naturaleza y en las relaciones entre la misma sociedad.

Sabiendo que toda ciudad requiere un medio ambiente de calidad, pues es en primera y última instancia es su proveedor de materias primas, así como del espacio físico que la sustenta; Los enfoques teóricos del estudio de la ciudad –como el urbanismo, la planeación urbana, el diseño urbano, entre otras disciplinas- se han constituido disciplinas de actuación e intervención en las ciudades que recientemente ha incorporado en su discurso teórico al concepto de medio ambiente y el concepto de desarrollo sustentable con el propósito de lograr una interpretación más integral de la ciudad

El desarrollo sustentable en su discurso ofrece puntos centrales que no pueden ser rechazados, ya que sólo se preocupa por erradicar la pobreza extrema, satisfacer las necesidades tanto de la generación presente como de la futura, elevar la calidad de vida, defender la naturaleza y conservar los ecosistemas. No obstante la sustentabilidad resulta poco comprensible, esto se complica aún más cuando se introduce la idea de urbanismo o ciudades sustentables, nos enfrentamos así a un problema de delimitación conceptual: **¿cómo definir a la ciudad que se califica como sustentable?** ya que se requiere una interpretación del concepto y la idea que de ello deriva, de lo contrario sólo queda reducido a un término de moda sin contenido.

Adicionalmente se suma a este concepto de ciudad sustentable. El paradigma emergente llamado Ciudades Inteligentes, que añade nuevas dimensiones de análisis social, que van desde el desarrollo y la planeación urbana, pasando por las economías basadas en el conocimiento, hasta las tecnologías móviles. Por tanto, el tema de investigación, es pertinente ya que considera la suma de los conceptos:

Ciudad sustentable + Ciudad Inteligente = Ciudad Inteligente Sustentable

REFERENCIAS

- Casas, M.** (2014). Ciudades inteligentes y Ambientales de Comunicación Digital en *Global Media Journal México*, Volumen 11, número 22, pp. 1-19.
- Economía Aragonesa** (2012). Publicación cuatrimestral Ibercaja Banco SAU, número 48.
- Fernández L. y Rincón L.** (2014). Ciudades inteligentes como espacios de integración para individuos con capacidades diversas en *Negotium*. Vol. 10, núm. 28., mayo-agosto 2014. Pp. 71-83. Fundación Miguel Unamuno y Jugo. Maracaibo, Venezuela.
- González, D.** Ciudades sustentable. (2011). Retos y Oportunidades en *Arquitectura y Urbanismo*, vol. XXXII, n° 3, 2011, ISSN 1815-5898, pp. 62-71.
- Hacia el ensamblaje de una ciudad inteligente en México:** La utopía de Ciudad Maderas *Gestión & Conexiones. Managment and Conection Journal*. Vitoria (ES), v. 3, n 2. Jul/ dez 2014. ISSN 23175087.2014.3.2.6505.47-69, pp. 47-69.
- Iraastroza, L.** Ciudades inteligentes: requerimientos, desafíos y algunas claves para su diseño y transformación.
- Matus, M. y R. Ramírez** (Comps.) (2016). *Ciudades inteligentes en Iberoamérica; desde el sector privado, la sociedad civil, el gobierno y la academia*, Edit. Centro de Investigación e Innovación de Tecnología y de la Comunicación (INFOTEC) y Consejo Mexicano de Ciencia y Tecnología (CONACYT). ISBN 978-607-7763-21-5. México, Distrito Federal.
- Ministerio de Industria, Emergía y Turismo, Gobierno de España.** (2015). Estudio y Guía Metodológica sobre Ciudades Inteligentes. ONTSI. (2015).
- Moreno, C.** (2015). Tesis Doctoral. Desarrollo de un modelo de evaluación de ciudades basado en el concepto de ciudad inteligente (Smart City) Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid, España.
- ONU**, Habitat III. (2015). Temas Habitat III. 21 Ciudades Inteligentes, Nueva York USA.

Patiño, J. A. Compilador (2014). Datos abiertos y ciudades inteligentes en América Latina, Estudios de caso. Edit. Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL) y el Consorcio de W3C de Brasil, Naciones Unidas, Santiago de Chile.

Sosa, E. et. Al. Internet del futuro y ciudades inteligentes en XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (2013). Arana. Entre Dos Ríos. Centro de Investigaciones en Tecnología de la Información y Comunicaciones (CITIC) Universidad Gastón Dachary.

Tironi M. (2013) ¿Smart Cities o Smat Citizens? Reflexiones desde una perspectiva socio-técnica. En *Plataforma Urbana*, 4.

Unión Internacional de Telecomunicaciones. *Actualidades de la UIT. Construir las ciudades inteligentes del mañana. Herramientas para avanzar.* www.spectrum-summit.com (N° 2) 2016.

Unión Internacional de Telecomunicaciones. Sector de Estandarización de las Telecomunicaciones de la UIT (2014), Una visión general de las ciudades inteligentes sostenibles y el papel de las tecnologías de la información y la comunicación. Informe Técnico del Grupo Temático FG SSC, UIT, Ecuador.